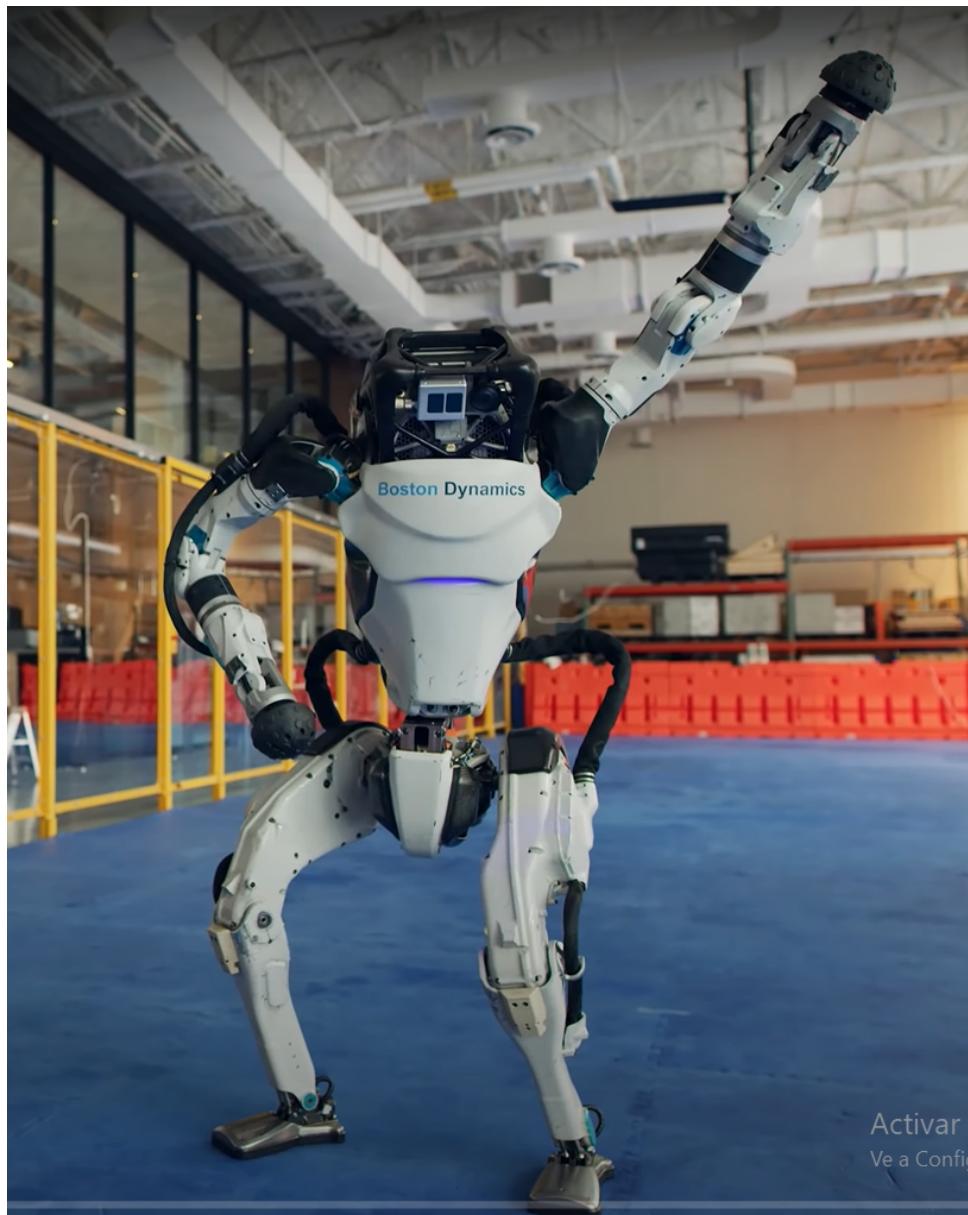


Análisis del robot Atlas

de Boston Dynamics



Grado en Ingeniería Robótica
Robots Móviles
Víctor Hernández Miguélez

Índice

1. <i>Introducción</i>	3
2. <i>Hardware</i>.....	4
3. <i>Software</i>	5
4. <i>Conclusión</i>	6
5. <i>Referencias y anexos</i>.....	7

1. Introducción

Atlas es un robot bípedo humanoide desarrollado por la empresa de robótica estadounidense Boston Dynamics. Su aplicación final son las tareas de búsqueda y salvamento de personas, aunque actualmente está en proceso de desarrollo.

Se dio a conocer en 11 de Julio de 2013, fue inicialmente desarrollado por DARPA (Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa) supervisado por Boston Dynamics. Esta primera versión del robot, que estaba basada en otro anterior, el PETMAN, era capaz de andar con dificultades, y no tenía autonomía energética (Imagen 1).

Actualmente, Atlas es uno de los robots de más avanzados en su ámbito, capaz de realizar movimientos de gran complejidad cinemática y dinámica, tales como correr, salto de longitud, acrobacias de dificultad... además de manipulación fina de objetos y desplazamiento preciso en interiores y exteriores (Imagen 2).



Imagen 1: Atlas 2013



Imagen 2: Atlas 2022

Cabe destacar que el robot se dio a conocer gracias a los videos que la empresa publicó en las redes, en los que se podía observar a Atlas ejecutando los movimientos mencionados anteriormente. La última publicación muestra a varios Atlas bailando una canción con movimientos fluidos, idénticos a los humanos, junto a otros robots de la empresa.

2. Hardware

Respecto al apartado físico del robot, este ha evolucionado mucho con el paso de los años (de la primera a la segunda versión, se cambió un 75% de los componentes), sin embargo, en líneas generales, la morfología del robot ha permanecido similar, actualizando, sobre todo, los accionamientos y sensores.

Para describir el hardware, se dividirá el mismo en 3 partes:

- **Actuadores:** el robot hace uso de un total de 28 **actuadores hidráulicos** repartidos por todo el cuerpo, del que la empresa presume de ser el sistema hidráulico más compacto y efectivo del mundo. Esto permite al robot tener la suficiente potencia no solo para caminar, como ya hacen innumerables robots bípedos en desarrollo, si no saltar escalones de hasta 40 cm únicamente con el impulso de las piernas.
- **Sensores:** Atlas dispone de un amplio número de sensores propioceptivos y exteroceptivos que le permiten identificar perfectamente su posición relativa y global, así como, junto al software, detectar e identificar distintos tipos de obstáculos. Entre los sensores **propioceptivos**, se encuentran los que se utilizan habitualmente en todo tipo de robots articulados: encoders, IMUs, sensores de fuerza... Sobre los **exteroceptivos**, hay que destacar que es el apartado de hardware que más ha avanzado durante su desarrollo, y actualmente dispone tanto de cámaras RGB y sensores lidar colocados en su cabeza.
- **Otros:** Con el objetivo de dotar de mayor autonomía a Atlas, se han ido introduciendo cambios sobre todo en la fuente de alimentación, que ha pasado de ser una fuente externa que se conectaba al robot mediante un cable, a ser una batería de litio, situada en su espalda. Además, el procesamiento de las señales y toda la lógica interna se producen en los tres ordenadores de cuatro núcleos a bordo del robot. Por último, para reducir el peso del robot y, de esta manera, permitir un menor coste energético y una mayor explosividad de los movimientos del robot, incorpora muchos elementos **impresos en 3D**, que aportan una gran ratio fuerza/peso.

3. Software

El desarrollo de este apartado de Atlas ha sido crucial en el espectacular rendimiento que muestra el robot. Este desarrollo se ha visto, en gran medida, estimulado al intentar realizar videos publicitarios como los mencionados anteriormente. En el caso del video de los robots bailando, por ejemplo, los desarrolladores afirman que, al comienzo, un solo paso de baile llevaba un largo periodo de trabajo, pero que conforme iban avanzando fueron creando nuevas herramientas para incluir nuevos pasos de manera más rápida y precisa.

De esta manera, el último avance publicado en el que se pude analizar la evolución del software del Atlas corresponde con el video de dos Atlas realizando acrobacias simultáneamente.

Analizando el video y los comentarios de los desarrolladores detenidamente, se pueden extraer las siguientes características sobre su software (en este tipo de aplicaciones):

- Se carga un **modelo 3D** (sin necesidad de que sea preciso) del mundo, sobre el que se determina la trayectoria a seguir, obstáculos que superar...
- Respecto a la visión artificial, Atlas combina imagen RGB así como información de profundidad mediante lidar para generar una **nube de puntos 3D** del entorno, que se actualiza a una frecuencia de 15 fps. Esta nube es procesada para detectar, sobre todo, los diferentes tipos de obstáculos y la posición relativa del robot respecto a ellos.
- Se hace uso de la trayectoria requerida y de las posiciones relativas para escoger un movimiento en función de restricciones cinemáticas, dinámicas, energéticas... Estos movimientos escogidos son **plantillas**, a las cuales se deben de realizar cambios para ajustarse a la situación concreta del robot.
- De esta manera, el robot no hace uso únicamente de variables o trayectorias estáticas (como hacía hace unos años en otro vídeo publicado), si no que reacciona a **elementos dinámicos** del entorno. Por ejemplo, en el último video, no importaría que uno de los obstáculos midiera 5 cm más o que estuviera desplazado medio metro en alguna dirección.

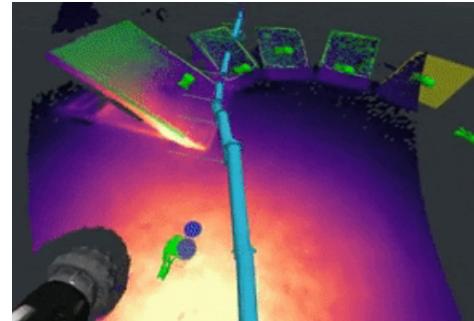


Imagen 3: Nube de puntos en primera persona

Para ajustar esas plantillas a el caso específico, se hace uso de **un Control Predictivo por Modelo** (MPC), que tiene como ventaja la posibilidad de optimizar ciertos procesos teniendo en cuenta las consignas futuras. De esta manera, por ejemplo, el robot ejecutara un salto y después un salto mortal o backflip de manera suave y eficiente, ahorrando energía y tiempo.

4. Conclusión

La información respecto al robot Atlas de Boston Dynamics es muy escasa, debido a que no pertenece a una entidad pública ni meramente de investigación, lo que hace francamente complicado obtener datos técnicos de su funcionamiento.

Sin embargo, se puede ver la increíble evolución que ha tenido en apenas una década de trabajo, por lo que se puede esperar que el robot pueda realizar las tareas complejas para las que está ideado, tales como: búsqueda y salvamento de personas, mantenimiento de infraestructuras etc.

Comparándolo con otros robots bípedos humanoides, como el robot repartidor Digit (Agility Robotics), el Surena IV (Universidad de Teherán) o el Optimus (Tesla), se puede observar que este demuestra un rendimiento muy superior. Por ejemplo, el Atlas alcanza una velocidad de 2,5 m/s, mientras que Digit apenas llega a los 1,5. El robot Surena IV, si bien tiene mayor libertad a la hora de manipular objetos (tiene manos y un mayor número de grados de libertad), tiene unos movimientos más torpes, tanto en manipulación como en desplazamiento. Por último, el Optimus, del cual no se ha visto demasiado, solo ha realizado movimientos preprogramados, sin basarse en la percepción o tener en cuenta el entorno dinámico como el resto, si bien es verdad que aún está en una fase temprana de desarrollo.

Por lo tanto, se puede afirmar que el Atlas de Boston Dynamics esta a la vanguardia de la robótica bípeda humanoide y, posiblemente, en el futuro de esta área.

5. Referencias y anexos

Videos:

[PETMAN, Boston Dynamics \(2011\)](#)

[Do you love me?, Boston Dynamics \(2020\)](#)

[Atlas / Partners in Parkour \(2021\), en Boston Dynamics](#)

[Recent Progress on Atlas, the World's Most Dynamic Humanoid Robot, Robotics Today \(2020\)](#)

Artículos e información:

[Web de Boston Dynamics, sección de Atlas](#)

[Leaps, Bounds, and Backflips, Calvin Hennick \(2021\), en Boston Dynamics](#)

[Flipping the Script with Atlas, Pat Marion \(2021\), en Boston Dynamics](#)

[Behind those dancing robots, scientists had to bust a move, RODRIQUE NGOWI \(2021\), en AP News](#)

[Atlas \(Robot\) \(2013\), en Wikipedia](#)

[Control Predictivo por Modelo \(2021\), en Wikipedia](#)

[Los 10 robots humanoides más avanzados del mundo en 2021, en Innovación y Tecnología](#)